

INTRODUCCIÓN

El edificio que aquí se presenta fue promovido por la Consejería de Fomento de la Junta de Castilla y León a través de la Dirección de Urbanismo Vivienda y Medioambiente en 1989. Su objetivo fue proyectar unas viviendas de VPO-VPP que se adaptaran a las características climáticas y obtener un aprovechamiento de la energía solar en forma pasiva para conseguir una reducción del consumo energético en calefacción.

SITUACIÓN

El solar está situado en el término municipal de Cantimpalos, que se encuentra a 20 km. al Norte de la ciudad de Segovia y cuyas coordenadas son: latitud $41,1^{\circ}$ N, longitud $4,2^{\circ}$ O y altitud 900 m.

La parcela es alargada de forma poligonal e irregular de unas dimensiones aproximadas de 175 m. en dirección NE-SE con una superficie total de $4258,77 \text{ m}^2$.

La normativa urbanística vigente eran las Normas Subsidiarias aprobadas por la Comisión Provincial de Urbanismo en 1986 siendo la propuesta objeto de Estudio de Detalle.



Fig. 1. Hemiciclo Solar

CLIMATOLOGIA

El clima es de carácter continental predominantemente frío. En un diagrama psicrométrico de Givoni se comprobó que se necesita calefacción más de 8 meses al año, alcanzándose el confort en horas diurnas principalmente en julio y agosto. La dirección del viento más frecuente en invierno, durante el período de monitorización, fue Norte con una velocidad media de $3,2 \text{ m/s}$. La temperatura media en Enero es de $2-3^{\circ}\text{C}$ y en Julio se sitúa entre 21 y 22°C . La diferencia de temperatura entre el día y la noche, en Julio y Agosto, alcanza los 15°C . Las horas de sol anuales son del orden de 2460 h.

DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

Teniendo en cuenta la forma del terreno para conseguir las 25 viviendas adosadas se desarrollan en dos bloques en hilera; uno recto de 9 viviendas y otro curvo de 16 viviendas que configura un espacio a modo de plaza semicircular con vegetación y fachada principal a la calle (Fig. 1).

La tipología de vivienda corresponde a viviendas unifamiliares adosadas en dos plantas con patio trasero. Su programa es, planta baja: vestíbulo principal, escalera, estar-comedor, cocina, aseo, vestíbulo de servicio con salida a un patio exterior. Planta primera: tres dormitorios dobles y cuarto de baño completo. La superficie útil total de la vivienda es de 80 m^2 , a la que hay que añadir el patio posterior de 15 m^2 , con un pequeño almacén cubierto para el combustible de biomasa (Fig. 2).

La construcción es de tipo tradicional con muros de carga de ladrillo perpendiculares a fachada. Forjados de hormigón con bovedilla cerámica. Las cubiertas son a dos aguas dejando una cámara de aire con aislamiento térmico. Carpintería metálica de chapa plegada con doble vidrio. Los valores de U ($\text{W/m}^2\text{°C}$) principales son: muros exteriores $U=0,55$, cubierta $U=0,50$, ventanas $U=3,3$ (día) y $2,5$ (noche). Los valores UA (W/°C) de una vivienda son: $UA_{\text{DÍA}} = 220$ y $UA_{\text{NOCHE}} = 200$.

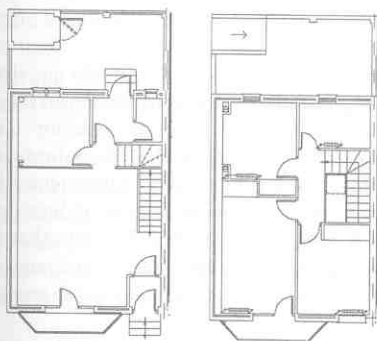


Fig. 2. Plantas generales



Fig. 3. Fachada de invernaderos



Fig. 4. Fachada NE

ASPECTOS BIOCLIMÁTICOS Y PASIVOS

Con los condicionantes anteriormente descritos y la dirección predominante del viento frío del norte, los dos bloques se orientan así: el bloque rectilíneo con la fachada captadora al SO y el bloque en hemicírculo presenta una orientación media también SO, ofreciendo, en ambos casos, la mínima superficie de huecos en la fachadas posteriores expuestas al viento desfavorable (Fig. 4).

Todas las viviendas cuentan en su fachada principal con un invernadero adosado que tiene por objeto aprovechar la energía solar mediante la ganancia directa a través de un hueco acristalado de $3,4 \text{ m}^2$ con doble vidrio. Dicho hueco incorpora al exterior unas contraventanas de chapa pintada de blanco con un aislamiento térmico de poliestireno expandido de 4cm al objeto de reducir las pérdidas de calor nocturnas. Al aumentar las temperaturas superficiales del muro del invernadero con la radiación solar se reducen sus pérdidas de calor. Este invernadero de doble altura está intercomunicado verticalmente (Figs. 3 y 5) mediante una estructura con rejilla que permite la circulación del aire caliente desde la planta baja a la superior. Ambos vestíbulos de entrada se constituyen como espacio tampón corta vientos.

La escalera está iluminada de forma natural mediante una pequeña claraboya de policarbonato translúcido.

Para evitar el sobrecalentamiento en verano se prevé la ventilación natural cruzada y la ventilación nocturna. Además, la apertura de las ventanas laterales contribuye a desactivar el efecto invernadero. Se contempla asimismo, la protección solar mediante persianas y contraventanas blancas.

El tipo de calefacción auxiliar es de combustible sólido procedente de biomasa (pellets), estando instalada una caldera en la cocina de cada una de las viviendas.

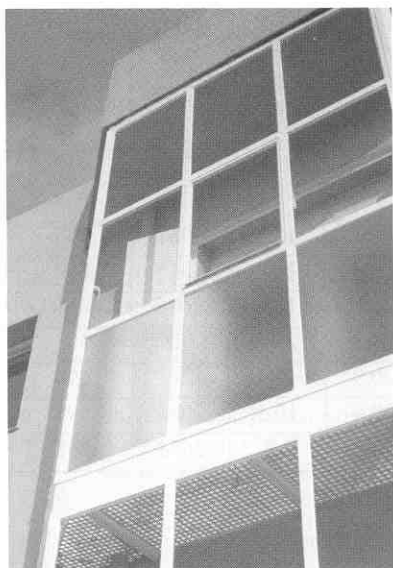


Fig. 5. Invernadero intercomunicado

CÁLCULOS Y RESULTADOS DE LA MONITORIZACIÓN

Recordemos que la normativa vigente era la NBE CT79.

Se llevo a cabo un cálculo por el Método 5000 facilitado por el Servicio de Nuevas Energías del Departamento de Industria y Energía de la Generalitat de Cataluña dando como resultado un ahorro en calefacción de 35,30 % (Tabla 1).

La monitorización de estas viviendas que se realizó durante un año entre 1995 y 1996 por parte del IER-CIEMAT, confirmó que se alcanza el confort en las viviendas a lo largo del año más del 40% del tiempo, día y noche, en esta zona fría de Segovia. Se ha comprobado también que las condiciones de confort durante el verano son bastante adecuadas, ya que la temperatura interior de las viviendas apenas sobrepasó los 27 °C sin hacer uso de la ventilación cruzada (Yáñez 2008).

En la Tabla 1 se muestran los resultados del cálculo mensual de aporte de ganancias útiles de calefacción para un edificio, de 80 m² de superficie útil, con una inercia térmica media, orientación SO y 1 renovación/hora del volumen de aire de la vivienda.

Tabla 1. Resumen del cálculo mensual del aporte de la calefacción pasiva (Método 5000)

MES	Tª Ext. °C	Tª Int. °C	Temp. Sol-Aire °C	Total Perd. kWh	Ganan. útiles kWh	Calefacc. Auxiliar kWh	Fracción Gratuita %
E	2,4	20,0	6,3	2784	612	2171	22
F	4,0	20,0	9,2	2286	738	1548	32,3
M	7,6	20,1	12,5	1961	758	1204	38,6
A	10,1	20,4	15,0	1515	684	832	45,1
M	13,2	21,1	18,2	1076	611	464	56,8
S	17,5	23,2	23,2	383	383	0	100
O	11,8	20,9	17,1	1297	694	603	53,5
N	6,6	20,0	10,5	2051	595	1456	29,0
D	3,1	20,0	6,8	2673	585	2088	21,9

También es de destacar los siguientes resultados:

Pérdidas Térmicas anuales:	16026 kWh
Ganancias útiles anuales:	5660 kWh
Calefacción auxiliar:	10366 kWh
Fracción gratuita media anual en %:	35,3 %

CONCLUSIONES

El comportamiento de la vivienda con el invernadero adosado propuesto ha funcionado bien, según lo previsto, en esta zona climática.

La carpintería metálica no es de suficiente calidad. Una carpintería de mayor hermeticidad hubiera reducido sustancialmente las pérdidas de calor por infiltraciones.

El rendimiento del invernadero pudo mejorarse con la extracción forzada del aire caliente en su parte superior para optimizar el lazo convectivo en el interior de la vivienda.

Dichas mejoras fueron imposibles de llevar a cabo con los presupuestos disponibles en aquel entonces.

REFERENCIAS

Yáñez G., (2008). *Elementos de Arquitectura Solar e Iluminación Natural*, Editorial Munilla-lería, Madrid, (próxima publicación).